

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-061232

(43)Date of publication of application : 08.03.1996

(51)Int.Cl.

F04B 37/08

(21)Application number : 06-224153

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 24.08.1994

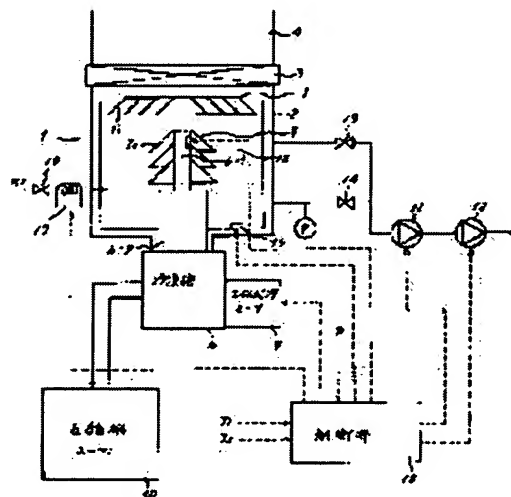
(72)Inventor : NOMICHI SHINJI  
HAYAKAWA JUNICHI  
AONO HIROSHI

## (54) REGENERATION METHOD FOR CRYOPUMP AND DEVICE FOR THE SAME

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To regenerate a cryo-panel in a short time by abruptly cooling the surface of the cryo-panel while keeping the temperature of the cryo-panel surface at the value of gas discharging, after completing the gas discharge from the cryo-panel surface, and abruptly cooling a second cryo-panel surface to a specified value.

**CONSTITUTION:** When gas discharge from surfaces of first and second cryo-panels 7, 8 is completed, that is, regeneration is completed, a regeneration valve 14 is opened while temperature of the cryo-panels 7, 8 are kept at each preset value (the temperature at the time of discharging gas). A turbo molecule pump 11 and a roughing vacuum pump 12 are operated for reducing an inner pressure of a pump casing 2 to 1/103Pa or lower. Afterward, a refrigerator 6 is operated for cooling the surface of the first cryo-panel to 80K or lower, and cooling the surface of the second cryo-panel 8 to 20K or lower. Rotational speed of an expander motor 9 is set at maximum for abruptly cooling, at this time.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the playback approach of cryopump of providing a cooling means to cool the cryopanel side of the 1st step and the 2nd step and this cryopanel side which condense and/or adsorb gas during a pumping mode. Said cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step is maintained to constant temperature. After gas-evolution ending from this cryopanel side The playback approach of the cryopump characterized by decompressing the internal pressure of this cryopump quickly below to 1/103Pa (pascal), maintaining the temperature of this cryopanel side to said constant temperature, and cooling the cryopanel side of the 2nd step quickly to 20K after that.

[Claim 2] It is the regenerative apparatus of the cryopump possessing a cooling means to cool the cryopanel side of the 1st step and the 2nd step and this cryopanel side which condense and/or adsorb gas during a pumping mode. A heating means to heat said cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step, A temperature detection means to detect the temperature of this cryopanel side, a pressure detection means to detect cryopump internal pressure, The control means which generates a control signal in response to the output of this temperature detection means and a pressure detection means, A reduced pressure means to decompress the inside of cryopump is provided. After gas-evolution ending from said cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step, by said control means Cryopump internal pressure is quickly decompressed to 1/103Pa or less with said reduced pressure means, controlling said heating means and maintaining the temperature of this cryopanel side to the same temperature as the time of a gas evolution. The regenerative apparatus of the cryopump characterized by cooling said cryopanel side of the 2nd step quickly to 20K with the account cooling means of back to front.

[Claim 3] Said reduced pressure means is the regenerative apparatus of the cryopump according to claim 2 characterized by being a vacuum pump containing a turbo molecular pump.

[Claim 4] Said cooling means is the regenerative apparatus of the cryopump according to claim 2 characterized by being a means to raise and cool the rotational frequency of the expander pump of a refrigerator quickly.

[Claim 5] The regenerative apparatus of the cryopump according to claim 4 characterized by the maximum engine speed of the expander pump of said refrigerator being 80 - 120rpm.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the playback approach of cryopump and regenerative apparatus which can perform especially playback exactly in a short time about the playback approach of cryopump and regenerative apparatus which reproduce the cryopanel side of cryopump.

[0002]

[Description of the Prior Art] In common cryopump, low-temperature adsorption of the hydrogen H<sub>2</sub> gas which cannot be condensed about by 20K is carried out in the activated carbon layer which kept at 50-100K with the 1st step of cryopanel, mainly condensed water, maintained about at 20K with the 2nd step of cryopanel, and condensed Argon Ar and nitrogen N<sub>2</sub> gas, and was formed in the rear face of the 2nd step of cryopanel, and a chamber is made into a vacuum.

[0003] Cryopump is saved up as mentioned above, and since it is a vacuum pump of a formula, it needs playback (emit condensation or adsorption gas) after fixed time amount. Since the inside of a chamber cannot be lengthened to a vacuum in the meantime, a sputtering system and in plastic equipment must be stopped and need to shorten playback time amount, for gathering the availability of these equipments.

[0004] Conventionally, there are some which were indicated by the Patent Publication Heisei No. 509144 [ five to ] official report as a cryopanel side playback technique of the cryopump operated by the helium refrigerator. This playback technique is in the condition which shifted the matter which condensed and adsorbed in the cryopanel side of cryopump at the time of playback of cryopump to the liquid phase and/or a gaseous phase, and is for carrying out discharge removal out of cryopump.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the advantage in which it could do early had playback for the partial regeneration which is in the condition which shifted to the liquid phase and/or a gaseous phase, and carries out discharge removal of the matter which stuck to the above-mentioned conventional technique in the cryopanel side of the 2nd step of cryopump out of cryopump, there were following (1) thru/or a fault as shown in (3).

[0006] (1) The temperature inside the pump case 2 at the time of playback dissolves the water condensed to the cryopanel 7 of the 1st step for partial regeneration. it is kept lower than the temperature to evaporate -- having (that is, the 1st step of playback of a cryopanel not being performed), in order to reproduce the gas to which it condensed or stuck with the 2nd step of cryopanel the time of driving the temperature of the cryopanel of the 1st step as cryopump, since it is necessary to make it 3 or more importance of the gas -- going up -- this -- the moisture condensed to the cryopanel side of the 1st step sublimates. However, with the above-mentioned conventional technique, since vacuum suction of the casing 2 after playback is performed only to about 10Pa and the activated carbon layer prepared in the rear face of the cryopanel of the 2nd step is adsorbed as a steam (H<sub>2</sub>O) in said sublimated moisture, the adsorption capacity of H<sub>2</sub> decreases in the next exhaust air operation.

[0007] (2) In order to discharge the matter in the condition of having shifted to the liquid phase

and/or a gaseous phase and to prepare two abandonment systems, gas and a liquid, in the processing, equipment becomes complicated and serves as cost quantity. Moreover, processing of excretions also becomes complicated.

[0008] (3) The limitation was in compaction of playback time amount. That is, only partial regeneration serves as time amount compaction, and it has not become time amount compaction of all playbacks.

[0009] This invention was made in view of the above-mentioned point, and aims at offering the playback approach of cryopump and regenerative apparatus which can perform playback of a cryopanel for a short time.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention is the playback approach of cryopump of providing a cooling means to cool the cryopanel side of the 1st step and the 2nd step and this cryopanel side which condense and/or adsorb gas during a pumping mode. The cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step is maintained to constant temperature. After gas-evolution ending from this cryopanel side The internal pressure of this cryopump is quickly decompressed below to  $1/103\text{Pa}$  (pascal), maintaining the temperature of this cryopanel side to constant temperature, and it is characterized by cooling the cryopanel side of the 2nd step quickly to 20K after that.

[0011] Moreover, it is the regenerative apparatus of the cryopump possessing a cooling means to cool the cryopanel side of the 1st step and the 2nd step and this cryopanel side which condense and/or adsorb gas during a pumping mode. A heating means to heat the cryopanel side of the 1st step and the 2nd step, a temperature detection means to detect the temperature of this cryopanel side, The control means which generates a control signal in response to the output of a pressure detection means to detect cryopump internal pressure, this temperature detection means, and a pressure detection means, A reduced pressure means to decompress the inside of cryopump is provided. After gas-evolution ending from the cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step, by the control means It is characterized by decompressing cryopump internal pressure quickly to  $1/103\text{Pa}$  or less with a reduced pressure means, controlling a heating means and maintaining the temperature of this cryopanel side to the same temperature as the time of a gas evolution, and cooling the cryopanel side of the 2nd step quickly to 20K with a cooling means after that.

[0012] Moreover, it is characterized by said reduced pressure means being a vacuum pump containing a turbo molecular pump.

[0013] Moreover, it is characterized by said cooling means being a means to raise and cool the rotational frequency of the expander motor of a refrigerator quickly.

[0014]

[Function] According to this invention, cryopump internal pressure is rapidly decompressed to  $1/103\text{Pa}$  or less, maintaining the temperature of a cryopanel side to the same temperature as the time of a gas evolution, after gas-evolution ending from a cryopanel side. By adopting processing actuation of cooling the cryopanel side of the 2nd step quickly to 20K after that Since a cryopanel side is rapidly cooled after eliminating completely the gas which lowered the pressure to the high vacuum previously and was emitted from the cryopanel side, the air cleanliness class of a cryopanel side is maintained and a cryopanel side can be reproduced completely. And since cooling-down can be carried out for a short time, the playback time amount required by re-operation of cryopump can be shortened.

[0015] In addition, starting of cryopump, operation, and playback time amount mean the following thing here.

\*\* The operation:refrigerator of the starting:refrigerator which is cryopump starting and beginning cooling, and \*\* cryopump having been operated, and the cryopanel having reached predetermined temperature, and beginning vacuum suction, playback time amount of \*\* cryopump : time amount needed for the heat rise of a cryopanel, and a cryopanel at the check and cooling-down (cooling of a cryopanel) of emission of the gas which condensed / adsorbed, the vacuum suction in a pump case, and leak.

[0016]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is drawing showing the configuration of the regenerative apparatus of the cryopump which enforces the playback approach of this invention. the vacuum chamber 4 connects with the pump case 2 of cryopump 1 through an inlet valve 3 -- having -- the inside of a pump case 2 -- a refrigerator 6 -- 6-2 [ step / 1st / step / 2nd ] is arranged with 6-1. Near the inlet valve 3, the 1st step connects with 6-1, the cryopanel 7 of the 1st step of structure on which the metal plate formed in the shape of a bamboo hat was put horizontally is arranged, the 2nd step connects with 6-2, and the cryopanel 8 of the 2nd step of the structure which put perpendicularly the metal plate similarly caudad formed in the shape of a bamboo hat is arranged.

[0017] moreover, the thing for which the compressor unit 10 and the expander motor (it consists of a synchronous motor) 9 are connected to a refrigerator 6, and this expander motor 9 is rotated -- an expander -- taking up and down and it -- synchronizing -- the high-pressure gaseous helium from the compressor unit 10 -- a refrigerator 6 -- the 1st step is sent to 6-2 the 2nd step with 6-1, it decompresses, and low voltage gaseous helium is returned to the compressor unit 10. 6-2 [ step / 1st / step / 2nd ] is cooled with 6-1 by this, and the field of the cryopanel 7 of the 1st step and the cryopanel 8 of the 2nd step is also cooled by coincidence. the temperature at this time -- the 1st of a refrigerator 6 -- step 6-1 -- 60-100K -- 6-2 [ step / 2nd ] is about 12-20K.

[0018] If an inlet valve 3 is opened in the above-mentioned condition, the gas of the vacuum chamber 4 will flow in a pump case 2, moisture (H<sub>2</sub>O) adheres to the cryopanel 7 of the 1st step in an instant (condensation), argon gas (Ar) is condensed on the up front face of the cryopanel 8 of the 2nd step, and it sticks to hydrogen gas at the activated carbon layer prepared in the rear face of the cryopanel 8 of the 2nd step. Thereby, various kinds of gas in the vacuum chamber 4 is removed.

[0019] 11 is a turbo molecular pump and 12 is rough \*\*\*\*\*. This turbo molecular pump 11 and rough \*\*\*\*\* 12 are connected to the pump case 2 through the relief valve 13 and the playback valve 14 which were connected to the serial and connected to juxtaposition. The pressure sensor with which P detects the pressure in a pump case 2, the thermo sensor with which T1 detects the temperature of the cryopanel 7 of the 1st step, the thermo sensor with which T2 detects the temperature of the cryopanel 8 of the 2nd step, and 15, 16 and 17 are heaters.

[0020] 18 is a control section, and the output of the above-mentioned thermo sensors T1 and T2 and the output of pressure-sensor P are inputted into this control section 18, supply the power for a drive of a turbo molecular pump 11 and rough \*\*\*\*\* 12 from this control section 18, supply the power for heating to heaters 15 and 16, and supply the power for heating which heats the nitrogen gas for a purge (N<sub>2</sub>) at a heater 17 further.

[0021] In the regenerative apparatus of the cryopump of the above-mentioned configuration, at the time of playback, an inlet valve 3 is closed first, the power for heating is supplied for a refrigerator 6 to a stop, a heater 15, a heater 16, and a heater 17, a valve 19 is opened and the nitrogen gas for a purge (N<sub>2</sub>) heated at the heater 17 is supplied in a pump case 2. With this heating, the gas which was condensing and adsorbing evaporates in the cryopanel 7 and 8 of the 1st step and the 2nd step, when a pump case 2 exceeds atmospheric pressure, a relief valve 13 opens, and the inside of a pump case 2 is maintained more than abbreviation atmospheric pressure. The matter which adhered to the field of the cryopanel 7 of the 1st step and the cryopanel 8 of the 2nd step by this is gasified, and is discharged out of a system.

[0022] According to the quality of an object which needed to gasify completely the matter which adsorbed [ which adsorbed and above-condensed ] here, and needed to discharge out of the system, therefore condensed and adsorbed, whenever [ stoving temperature / of a cryopanel 7 and the cryopanel 8 of the 2nd step / of the 1st step ] is set up. While controlling the power for heating supplied from a control section 18 so that the output of thermo sensors T1 and T2 becomes this laying temperature, time amount (heating time) required to gasify the adhering amount of substance completely is set up.

[0023] If emission of gas disappears from the field of the cryopanel 7 of the 1st step, and the cryopanel 8 of the 2nd step and playback is completed, the playback valve 14 will be opened

maintaining the temperature of the cryopanel 7 of the 1st step, and the cryopanel 8 of the 2nd step to the above-mentioned laying temperature, a turbo molecular pump 11 and rough \*\*\*\*\* 12 will be operated, and the internal pressure of a pump case 2 will be decompressed to 1/103Pa or less. This is performed in order to make clean the activated carbon layer prepared in the rear face of the cryopanel 8 of the 2nd step, and to check the leakage of the pump cases 2. However it may spend many hours, since it is made to a vacuum only to the base of 1/10Pa only in case of the vacuum suction by rough \*\*\*\*\* 12, gas will remain in the interior of a pump case 2, and an activated carbon layer will be adsorbed.

[0024] Subsequently, it cools until it operates a refrigerator 6 and whenever [ surface temperature / of the cryopanel 8 whenever / surface temperature / of a cryopanel 7 / of the 1st step / whose / are 80K or less and the 2nd step ] becomes 20K or less. The rotational frequency of the expander motor 9 which is a synchronous motor at this time is made into full speed (for example, 90rpm), and is made to cool quickly. The microprocessor of a control section 18 performs these control based on the control signal which carried out data processing of the output of thermo sensors T1 and T2, and the output of pressure-sensor P by carrying out the operation control of heaters 15, 16, and 17, the expander motor 9, the playback valve 14, rough \*\*\*\*\* 12, and the turbo molecular pump 11 grade automatically.

[0025] Although all playbacks that explanation of the above configuration also heats the cryopanel 7 of the 1st step, and also remove moisture were described, in the case of the partial regeneration which heats only the cryopanel 8 of the 2nd step, it is not necessary to stop operation of a refrigerator 6, and heaters 16 and 17 are in the condition of OFF (it has not stopped in this example).

[0026] Whenever [ stoving temperature / at the time of playback of the cryopanel 7 of the 1st step and the cryopanel 8 of the 2nd step ] comes to be the outline following to each set elephant matter.

A steam (H<sub>2</sub>O) About 300K (the cryopanel 7 of the 1st step and the cryopanel 8 of the 2nd step are heated) (all playbacks), an argon (Ar) 110–160K (only the cryopanel 8 of the 2nd step is heated) (partial regeneration), hydrogen (H<sub>2</sub>) 30–80K (the cryopanel 8 of the 2nd step is heated) (partial regeneration), nitrogen (N<sub>2</sub>) 100–140K (partial regeneration) (only the cryopanel 8 of the 2nd step is heated).

[0027] Drawing 2 is drawing in the partial regeneration which shows actuation of Ar regeneration of this invention, and drawing 3 is drawing showing actuation of Ar regeneration indicated by the Patent Publication Heisei No. 509144 [ five to ] official report. In drawing 2 and drawing 3 , Curve T shows the temperature of the cryopanel of the 2nd step, and Curve P shows pump case internal pressure. Ar regeneration actuation of this example is rapidly decompressed until it operates a turbo molecular pump 11 and rough \*\*\*\*\* 12 by t<sub>4</sub> the time of the gas evolution from the 2nd cryopanel 8 being lost and pump case 2 internal pressure is set to 1/103Pa or less, as shown in drawing 2 .

[0028] It cools rapidly by t<sub>5</sub> the time of pump case 2 internal pressure amounting to 1/103Pa or less, and is made field 20K or less temperature of the cryopanel 8 of the 2nd step. here -- a time -- the t<sub>4</sub>- time t -- the field of the cryopanel 8 of the 2nd step is maintained to constant temperature (about 140 K) between 5 (another temperature in the case of an object, for example, a steam, hydrogen, and nitrogen). in addition, the time t -- time amount may be set a little from 5, and the field of the cryopanel 8 of the 2nd step may be cooled

[0029] on the other hand, the well-known regeneration actuation indicated by said Patent Publication Heisei No. 509144 [ five to ] official report is shown in drawing 3 -- as -- the signal of a temperature sensor -- a little -- time amount -- delaying -- Time t -- after it severs heating of a cryopanel side by 6 and the internal pressure of a pump case 2 becomes the pressure which is about 10–100Pa, cooling of a cryopanel side is started.

[0030] In regeneration actuation well-known as mentioned above, after lowering a pressure, when cooling a cryopanel side, with 10–100Pa, since the internal pressure of a pump case 2 is high, it starts a low-temperature absorption phenomenon in respect of a cryopanel, and cannot become clean easily. On the other hand, since a pressure is lowered to 1/103Pa and the field of the cryopanel 8 of the 2nd step is cooled in order to eliminate completely what was gasified in this

example out of a pump case, an air cleanliness class is maintained and, moreover, the field of the cryopanel 7 and 8 of the 2nd step can be reproduced completely. Moreover, a leak check is made correctly.

[0031] Furthermore, since the inside of a pump case 2 is a high vacuum  $1/103\text{Pa}$  or less, the time amount which it will take before being able to lengthen to time amount and a vacuum until the below-mentioned cryopanel 8 of the 2nd step is set to  $20\text{K}$  can be shortened. Since it can cool quickly by setting the rotational frequency of an expander motor to  $90\text{rpm}$  in this invention, time amount until it cools to  $20\text{K}$  can be shortened about twenty percent compared with the former. in addition, drawing 2 -- setting -- Time t -- the well-known example which shows the processing actuation to 3 to drawing 3 , and abbreviation -- it is the same.

[0032] Although the above explanation explained the case of the partial regeneration which regenerates Argon Ar, naturally also in all playbacks that also reproduce the water attached to the cryopanel of the 1st step, the same effectiveness is done so.

[0033] By lowering the internal pressure of a pump case 2 to  $1/103\text{Pa}$  as mentioned above, to the continuing hydrogen displacement being eternal, when the internal pressure of a pump case 2 was lowered only to  $1 - 1/10\text{Pa}$ , it was checked experimentally that a next hydrogen displacement is downed 5 to 10%. In addition, although it is clear that the same result as abbreviation is obtained also in the pressure which becomes the molecular flow field of an object even if it does not result in  $1/103\text{Pa}$  for example,  $1/103\text{Pa}$  is completely desirable.

[0034] moreover, in this example, the expander motor 9 (it consists of a synchronous motor) is rotated at top speed ( $90\text{rpm}$ ) -- making -- cooling (cooling-down) -- carrying out -- the 1st of a refrigerator 6 -- step 6-1 --  $80\text{K}$  -- since 6-2 [ step / 2nd ] is set to  $20\text{K}$ , time amount can be shortened until it changes into an exhaust air condition. Experimentally, although the 2nd step of temperature of 6-2 is set to  $300\text{K} \rightarrow 20\text{K}$  and it took [ of a refrigerator 6 ] 80 minutes in Normal (it is  $72\text{rpm}$  at a  $60\text{Hz}$  power source), at top speed ( $90\text{rpm}$ ), it has been shortened in 65 minutes.

[0035] In addition, if the full speed of an expander motor is set to 90 or more rpm, time amount can be shortened further, but wear of the seal of an expander is large, and since a life becomes short, it is good [ the full speed of an expander motor ] to consider as  $90\text{rpm}$  extent.

[0036] In addition, although it considered as the structure which piled up horizontally the metal plate formed in the shape of a bamboo hat in the cryopanel 7 of the 1st step and being considered as the structure which piled up perpendicularly the metal plate formed in the shape of a bamboo hat in the cryopanel 8 of the 2nd step in the above-mentioned example, as for the structure of the cryopanel 7 and 8 of the 1st step and the 2nd step, it is natural that it is not what is limited to this. Moreover, although he is trying to supply the power for heating to heaters 15, 16, and 17 from a control section 18 in the above-mentioned example, the power source for heating may be established separately, and a control section 18 may be constituted so that the control signal which controls the power for heating supplied from here may be emitted. Moreover, although he is trying to supply drive power to a turbo molecular pump 11 and rough \*\*\*\*\* 12 from a control section 18, the power source for a drive may be established separately, and a control section 18 may be constituted so that the control signal which controls the power for a drive supplied from here may be emitted.

[0037]

[Effect of the Invention] As explained, according to this invention, as mentioned above, after gas-evolution ending from the cryopanel side of the 1st step and/or the 2nd step By decompressing cryopump internal pressure rapidly under  $1/103\text{Pa}$ , maintaining the temperature of this cryopanel side to the same temperature as the time of a gas evolution, and cooling the cryopanel side of the 2nd step quickly to  $20\text{K}$  after that While a cryopanel is completely cleanly reproducible, the playback approach of cryopump and regenerative apparatus which can shorten the playback time amount required by re-operation of cryopump can be offered.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the configuration of the regenerative apparatus of the cryopump which enforces the playback approach of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing actuation of Ar regeneration of this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing actuation of well-known Ar regeneration.

[Description of Notations]

- 1 Cryopump
- 2 Pump Case
- 3 Inlet Valve
- 4 Vacuum Chamber
- 6 Refrigerator
- 7 Cryopanel of 1st Step
- 8 Cryopanel of 2nd Step
- 9 Expander Motor
- 10 Compressor Unit
- 11 Turbo Molecular Pump
- 12 Rough \*\*\*\*\*
- 13 Relief Valve
- 14 Playback Valve
- 15 Heater
- 16 Heater
- 17 Heater
- 18 Control Section
- 19 Valve

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-61232

(43) 公開日 平成8年(1996)3月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 0 4 B 37/08

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平6-224153

(22) 出願日 平成6年(1994)8月24日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 野路 伸治

神奈川県藤沢市本藤沢4丁目2番1号 株式会社荏原総合研究所内

(72) 発明者 早川 淳一

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

(72) 発明者 青野 弘

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社荏原製作所内

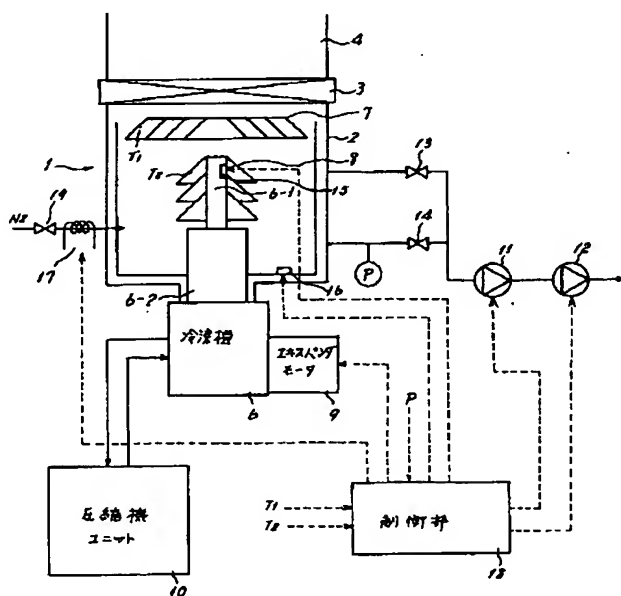
(74) 代理人 弁理士 熊谷 隆 (外1名)

(54) 【発明の名称】 クライオポンプの再生方法及び再生装置

(57) 【要約】

【目的】 短時間でクライオパネルの再生ができるクライオポンプの再生方法及び再生装置を提供すること。

【構成】 ポンプ運転中にガスを凝縮するクライオパネル面7、8、冷凍機6を具備するクライオポンプ1の再生装置であって、クライオパネル7、8を加熱するヒータ15、16、17、クライオパネル7、8面の温度を検出する温度センサーT1、T2、圧力センサーP、制御部18、クライオポンプ1内を減圧するターボ分子ポンプ11、粗引真空ポンプ12を具備し、クライオパネル7、8の面からガス放出終了後に、制御部18により、ヒータ15、16、17を制御し該クライオパネル面の温度をガス放出時と同一温度に維持したままターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12でクライオポンプ内圧を $1/10^3$  Pa以下まで急速減圧し、その後冷凍機6で第2段のクライオパネル8の面を20 Kまで急速冷却する。



本発明のクライオポンプの再生装置

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ポンプ運転中にガスを凝縮及び／又は吸着する第 1 段及び第 2 段のクライオパネル面及び該クライオパネル面を冷却する冷却手段を具備するクライオポンプの再生方法であって、

前記第 1 段及び／又は第 2 段のクライオパネル面を一定温度に維持して該クライオパネル面からのガス放出終了後に、該クライオパネル面の温度を前記一定温度に維持したまま該クライオポンプの内圧を  $1/10^3$  Pa (パスカル) 以下まで急速に減圧し、その後第 2 段のクライオパネル面を 20 K まで急速冷却することを特徴とするクライオポンプの再生方法。

【請求項 2】 ポンプ運転中にガスを凝縮及び／又は吸着する第 1 段及び第 2 段のクライオパネル面及び該クライオパネル面を冷却する冷却手段を具備するクライオポンプの再生装置であって、

前記第 1 段及び／又は第 2 段のクライオパネル面を加熱する加熱手段、該クライオパネル面の温度を検出する温度検知手段、クライオポンプ内圧を検知する圧力検知手段、該温度検知手段及び圧力検知手段の出力を受けて制御信号を発生する制御手段、クライオポンプ内を減圧する減圧手段を具備し、

前記第 1 段及び／又は第 2 段のクライオパネル面からのガス放出終了後に、前記制御手段により、前記加熱手段を制御し該クライオパネル面の温度をガス放出時と同一温度に維持したまま前記減圧手段でクライオポンプ内圧を  $1/10^3$  Pa 以下まで急速に減圧し、その後前記冷却手段で前記第 2 段のクライオパネル面を 20 K まで急速冷却することを特徴とするクライオポンプの再生装置。

【請求項 3】 前記減圧手段はターボ分子ポンプを含む真空ポンプであることを特徴とする請求項 2 に記載のクライオポンプの再生装置。

【請求項 4】 前記冷却手段は冷凍機のエキスパンダポンプの回転数を上げて急速冷却する手段であることを特徴とする請求項 2 に記載のクライオポンプの再生装置。

【請求項 5】 前記冷凍機のエキスパンダポンプの最高回転数が 80～120 rpm であることを特徴とする請求項 4 に記載のクライオポンプの再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、クライオポンプのクライオパネル面を再生するクライオポンプの再生方法及び再生装置に関し、特に再生を的確に短時間で実行できるクライオポンプの再生方法及び再生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】 一般のクライオポンプでは、1 段目のクライオパネルで 50～100 K に保ち、主に水を凝縮し、2 段目のクライオパネルで 20 K 程度に保ち、アルゴン

Ar や窒素  $N_2$  ガスを凝縮して、また、2 段目のクライオパネルの裏面に形成した活性炭層等で 20 K 程度では凝縮できない水素  $H_2$  ガスを低温吸着してチャンバーを真空にするものである。

【0003】 クライオポンプは上記のように溜め込み式の真空ポンプなので、一定時間後に再生（凝縮又は吸着ガスを放出すること）が必要である。この間はチャンバー内を真空に引けないので、スパッタ装置やインプラ装置は止めなければならず、これらの装置の稼働率を上げるには再生時間を短くする必要がある。

【0004】 従来、ヘリウム冷凍機によって運転されるクライオポンプのクライオパネル面再生技術としては特表平 5-509144 号公報に開示されたものがある。該再生技術はクライオポンプの再生時に、クライオポンプのクライオパネル面に凝縮・吸着した物質を液相及び／又は気相に移行した状態で、クライオポンプ外に排出除去するためのものである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来技術は、クライオポンプの第 2 段目のクライオパネル面に吸着した物質を液相及び／又は気相に移行した状態で、クライオポンプ外に排出除去する、部分再生のため再生が早くできるという長所はあるが、下記 (1) 乃至 (3) のような欠点があった。

【0006】 (1) 部分再生のため、再生時におけるポンプケーシング 2 の内部の温度は第 1 段のクライオパネル 7 に凝縮した水を融解、蒸発させる温度よりも低く保たれる（つまり 1 段目のクライオパネルの再生は行わない）が、2 段目のクライオパネルで凝縮又は吸着したガスを再生するためには、そのガスの 3 重点以上にする必要があるため、第 1 段目のクライオパネルの温度はクライオポンプとして駆動している時よりも上昇し、該第 1 段目のクライオパネル面に凝縮した水分が昇華する。しかるに上記の従来技術では、再生後のケーシング 2 の内の真空引きを 10 Pa 程度までしか行わないので、第 2 段目のクライオパネルの裏面に設けた活性炭層に前記昇華した水分が蒸気 ( $H_2O$ ) として吸着されるため、次の排気運転において、 $H_2$  の吸着容量が減少する。

【0007】 (2) 物質を液相及び／又は気相に移行した状態で排出するため、その処理にガスと液体の 2 系統の廃棄系を設けるため、装置が複雑となりコスト高となる。また、排出物の処理も複雑になる。

【0008】 (3) 再生時間の短縮に限界があった。つまり、部分再生のみ時間短縮となっており、全再生の時間短縮にはなっていない。

【0009】 本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、短時間でクライオパネルの再生ができるクライオポンプの再生方法及び再生装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明はポンプ運転中にガスを凝縮及び／又は吸着する第1段及び第2段のクライオパネル面及び該クライオパネル面を冷却する冷却手段を具備するクライオポンプの再生方法であって、第1段及び／又は第2段のクライオパネル面を一定温度に維持して該クライオパネル面からのガス放出終了後に、該クライオパネル面の温度を一定温度に維持したまま該クライオポンプの内圧を $1/10^3$  Pa (パスカル) 以下まで急速に減圧し、その後第2段のクライオパネル面を20 Kまで急速冷却することを特徴とする。

【0011】また、ポンプ運転中にガスを凝縮及び／又は吸着する第1段及び第2段のクライオパネル面及び該クライオパネル面を冷却する冷却手段を具備するクライオポンプの再生装置であって、第1段及び第2段のクライオパネル面を加熱する加熱手段、該クライオパネル面の温度を検出する温度検知手段、クライオポンプ内圧を検知する圧力検知手段、該温度検知手段及び圧力検知手段の出力を受けて制御信号を発生する制御手段、クライオポンプ内を減圧する減圧手段を具備し、第1段及び／又は第2段のクライオパネル面からのガス放出終了後に、制御手段により、加熱手段を制御し該クライオパネル面の温度をガス放出時と同一温度に維持したまま減圧手段でクライオポンプ内圧を $1/10^3$  Pa 以下まで急速に減圧し、その後冷却手段で第2段のクライオパネル面を20 Kまで急速冷却することを特徴とする。

【0012】また、前記減圧手段はターボ分子ポンプを含む真空ポンプであることを特徴とする。

【0013】また、前記冷却手段は冷凍機のエキスパンダモータの回転数を上げて急速冷却する手段であることを特徴とする。

【0014】

【作用】本発明によれば、クライオパネル面からのガス放出終了後に、クライオパネル面の温度をガス放出時と同一温度に維持したままクライオポンプ内圧を $1/10^3$  Pa 以下まで急激に減圧し、その後第2段目のクライオパネル面を20 Kまで急速冷却する処理操作を採用することにより、先に圧力を高真空まで下げ、クライオパネル面から放出されたガスを完全に排除してから、クライオパネル面を急激に冷却するので、クライオパネル面のクリーン度を維持し、クライオパネル面を完全に再生できる。しかも短時間でクールダウンできるので、クライオポンプの再稼動までに要する再生時間を短縮できる。

【0015】なお、ここでクライオポンプの起動、稼動及び再生時間とは下記のことを意味する。

①クライオポンプの起動：冷凍機が起動して冷却を始めること、

②クライオポンプの稼動：冷凍機が運転されクライオパネルが所定の温度に達しており、真空引きを始めるこ

と、

③クライオポンプの再生時間：クライオパネルのヒートアップ、クライオパネルに凝縮／吸着したガスの放出、ポンプケーシング内の真空引き、リークのチェック及びクールダウン（クライオパネルの冷却）に必要とする時間。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明の再生方法を実施するクライオポンプの再生装置の構成を示す図である。クライオポンプ1のポンプケーシング2には入口弁3を介して真空チャンバー4が接続され、ポンプケーシング2内には冷凍機6の第1段目6-1と第2段目6-2が配置されている。笠状に形成された金属板を水平方向に重ねた構造の第1段のクライオパネル7が入口弁3の近傍で第1段目6-1に接続されて配置され、その下方に同じく笠状に形成された金属板を垂直方向に重ねた構造の第2段のクライオパネル8が第2段目6-2に接続されて配置されている。

【0017】また、冷凍機6には圧縮機ユニット10、エキスパンダモータ（同期電動機からなる）9が接続され、該エキスパンダモータ9を回転することにより、エキスパンダが上下し、それと同期して圧縮機ユニット10からの高圧ヘリウムガスは冷凍機6の第1段目6-1と第2段目6-2に送られ、減圧されて低圧ヘリウムガスは圧縮機ユニット10へ戻される。これにより第1段目6-1と第2段目6-2が冷却され、同時に第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の面も冷却される。この時の温度は冷凍機6の第1段目6-1が60～100 K、第2段目6-2が12～20 K程度である。

【0018】上記の状態で入口弁3を開放すると真空チャンバー4のガスがポンプケーシング2内に流入し、瞬時に例えば水分（ $H_2O$ ）は第1段のクライオパネル7に付着（凝縮）し、アルゴンガス（Ar）は第2段のクライオパネル8の上部表面に凝縮し、水素ガスは第2段のクライオパネル8の裏面に設けた活性炭層に吸着する。これにより真空チャンバー4内の各種のガスは除去される。

【0019】11はターボ分子ポンプであり、12は粗引真空ポンプである。該ターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12は直列に接続され、並列に接続されたリリーフ弁13及び再生弁14を介して、ポンプケーシング2に接続されている。Pはポンプケーシング2内の圧力を検出する圧力センサー、T1は第1段のクライオパネル7の温度を検出する温度センサー、T2は第2段のクライオパネル8の温度を検出する温度センサー、15、16、17はヒータである。

【0020】18は制御部であり、上記温度センサーT1、T2の出力及び圧力センサーPの出力は該制御部1

5

8に入力され、該制御部18からターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12の駆動用電力を供給し、ヒータ15、16に加熱用電力を供給し、更にヒータ17にページ用の窒素ガス(N<sub>2</sub>)を加熱する加熱用電力を供給するようになっている。

【0021】上記構成のクライオポンプの再生装置において、再生時には先ず入口弁3を閉じ、冷凍機6を止め、ヒータ15、ヒータ16及びヒータ17に加熱用電力を供給し、弁19を開き、ヒータ17で加熱したページ用の窒素ガス(N<sub>2</sub>)をポンプケーシング2内に供給する。この加熱により、第1段及び第2段のクライオパネル7、8に凝縮・吸着していたガスが蒸発し、ポンプケーシング2が大気圧を超えた時リリース弁13が開き、ポンプケーシング2内を略大気圧以上に維持する。これにより第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の面に付着した物質はガス化して系外に排出される。

【0022】ここで上記凝縮・吸着した物質を完全にガス化して系外に排出する必要がある、そのため凝縮・吸着した対象物質に応じて第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の加熱温度を設定して、温度センサーT1、T2の出力が該設定温度になるように制御部18から供給する加熱用電力を制御すると共に、付着した物質量を完全にガス化するのに必要な時間(加熱時間)を設定する。

【0023】第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の面からガスの放出がなくなり再生が終了したら、第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の温度を上記設定温度に維持したまま再生弁14を開き、ターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12を運転し、ポンプケーシング2の内圧を1/10<sup>3</sup>Pa以下に減圧する。これは第2段のクライオパネル8の裏面に設けた活性炭層をクリーンにするためと、ポンプケーシング2の内の漏れをチェックするために行う。粗引真空ポンプ12による真空引きのみだといくら時間をかけても1/10Pa台までしか真空にできないので、ポンプケーシング2の内部にガスが残って活性炭層に吸着されてしまう。

【0024】次いで、冷凍機6を運転し第1段のクライオパネル7の面温度が80K以下、且つ第2段のクライオパネル8の面温度が20K以下になるまで冷却する。この時同期電動機であるエキスパンダモータ9の回転数を最高速度(例えば90rpm)とし、急速に冷却させる。これらの制御は制御部18のマイクロプロセッサが温度センサーT1、T2の出力、圧力センサーPの出力を演算処理した制御信号に基づき、ヒータ15、16、17、エキスパンダモータ9、再生弁14、粗引真空ポンプ12、ターボ分子ポンプ11等を自動的に運転制御して行う。

【0025】以上の構成の説明は、第1段のクライオパ

6

ネル7をも加熱して、水分も除去する全再生について述べたが、第2段のクライオパネル8のみを加熱する部分再生の場合は、冷凍機6の運転を止める必要がないし

(本実施例では止めていない)、ヒータ16及び17はOFFの状態である。

【0026】第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8の再生時の加熱温度は各対象物質に対して概略下記ようになる。

水蒸気(H<sub>2</sub>O) 300K程度(第1段のクライオパネル7及び第2段のクライオパネル8を加熱)(全再生)、

アルゴン(Ar) 110~160K(第2段のクライオパネル8のみを加熱)(部分再生)、

水素(H<sub>2</sub>) 30~80K(第2段のクライオパネル8を加熱)(部分再生)、

窒素(N<sub>2</sub>) 100~140K(第2段のクライオパネル8のみを加熱)(部分再生)。

【0027】図2は本発明のAr再生処理の操作を示す部分再生における図で、図3は特表平5-509144号公報に開示されたAr再生処理の操作を示す図である。図2及び図3において、曲線Tは第2段のクライオパネルの温度を示し、曲線Pはポンプケーシング内圧を示す。本実施例のAr再生処理操作は、図2に示すように、第2のクライオパネル8からのガス放出がなくなった時点t<sub>4</sub>でターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12を運転し、ポンプケーシング2内圧が1/10<sup>3</sup>Pa以下になるまで急激に減圧する。

【0028】ポンプケーシング2内圧が1/10<sup>3</sup>Pa以下に達した時点t<sub>5</sub>で急激に冷却して、第2段のクライオパネル8の面20K以下の温度にする。ここで時点t<sub>4</sub>~時点t<sub>5</sub>の間は第2段のクライオパネル8の面を一定温度(約140K)に維持する(対象物、例えば水蒸気、水素、窒素の場合は別の温度)。なお、時点t<sub>5</sub>から若干時間をおいて、第2段のクライオパネル8の面を冷却する場合もある。

【0029】一方、前記特表平5-509144号公報に開示された公知の再生処理操作は、図3に示すように、温度センサの信号により幾分時間を遅らせて時点t<sub>6</sub>でクライオパネル面の加熱を断ち、ポンプケーシング2の内圧が約10~100Paの圧力になってから、クライオパネル面の冷却を開始する。

【0030】上記のように公知の再生処理操作においては、圧力を下げてからクライオパネル面を冷却する時に、ポンプケーシング2の内圧が10~100Paと高いので、低温吸着現象をクライオパネル面で起こしてクリーンになりにくい。これに対して、本実施例ではガス化したものを完全にポンプケーシング外に排除するために圧力を1/10<sup>3</sup>Paまで下げて、第2段のクライオパネル8の面を冷却するので、クリーン度を維持し、しかも第2段のクライオパネル7、8の面を完全に再生で

きる。また、リークチェックが正確にできる。

【0031】更に、ポンプケーシング2内が $1/10^3$  Pa以下の高真空なので、後述の第2段のクライオパネル8が20 Kとなるまでの時間及び真空に引けるまでにかかる時間を短縮できる。20 Kに冷却するまでの時間は、本発明ではエキスパンダモータの回転数を90 rpmにすることにより、急速に冷却できるので、従来に比べ約2割短縮できる。なお、図2において、時点 $t_3$ までの処理操作は図3に示す公知例と略同じである。

【0032】以上の説明はアルゴンArを再生処理する部分再生の場合について説明したが、第1段目のクライオパネルについた水をも再生する全再生においても同様な効果を奏することは当然である。

【0033】上記のようにポンプケーシング2の内圧を $1/10^3$  Paまで下げることにより、続く水素排気容量は不変であるのに対して、ポンプケーシング2の内圧を $1 \sim 1/10$  Paまでしか下げない場合は次回の水素排気容量が5～10%ダウンすることが実験的に確認された。なお、 $1/10^3$  Paに至らなくとも、例えば対象物の分子流領域になる圧力においても、略同様な結果

【0034】また、本実施例では最高速度(90 rpm)でエキスパンダモータ9(同期電動機からなる)を回転させ、冷却(クールダウン)し、冷凍機6の第1段目6-1を80 K、第2段目6-2を20 Kにするので、排気状態にするまで時間を短くできる。実験的には、冷凍機6の2段目6-2の温度を300 K→20 Kにするのに、ノーマル(60 Hzの電源で72 rpm)では80分かかったが最高速度(90 rpm)では65分に短縮できた。

【0035】なお、エキスパンダモータの最高速度を90 rpm以上にすると更に時間は短縮できるが、エキスパンダのシールの摩耗が大きく、寿命が短くなるため、エキスパンダモータの最高速度は90 rpm程度とするのが良い。

【0036】なお、上記実施例では第1段のクライオパネル7を笠状に形成された金属板を水平方向に重ねた構造とし、第2段のクライオパネル8を笠状に形成された金属板を垂直方向に重ねた構造としたが、第1段及び第2段のクライオパネル7、8の構造はこれに限定されるものでないことは当然である。また、上記実施例では制

御部18からヒータ15、16、17に加熱用電力を供給するようにしているが、加熱用電源は別個に設け、制御部18はここから供給する加熱用電力を制御する制御信号を発するように構成してもよい。また、制御部18からターボ分子ポンプ11及び粗引真空ポンプ12に駆動電力を供給するようにしているが、駆動用電源は別個に設け、制御部18はここから供給する駆動用電力を制御する制御信号を発するように構成してもよい。

【0037】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、第1段及び/又は第2段のクライオパネル面からのガス放出終了後に、該クライオパネル面の温度をガス放出時と同一温度に維持したままクライオポンプ内圧を $1/10^3$  Pa下まで急激に減圧し、その後第2段のクライオパネル面を20 Kまで急速冷却することにより、クライオパネルを完全で且つクリーンに再生できると共にクライオポンプの再稼動までに要する再生時間を短縮できるクライオポンプの再生方法及び再生装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の再生方法を実施するクライオポンプの再生装置の構成を示す図である。

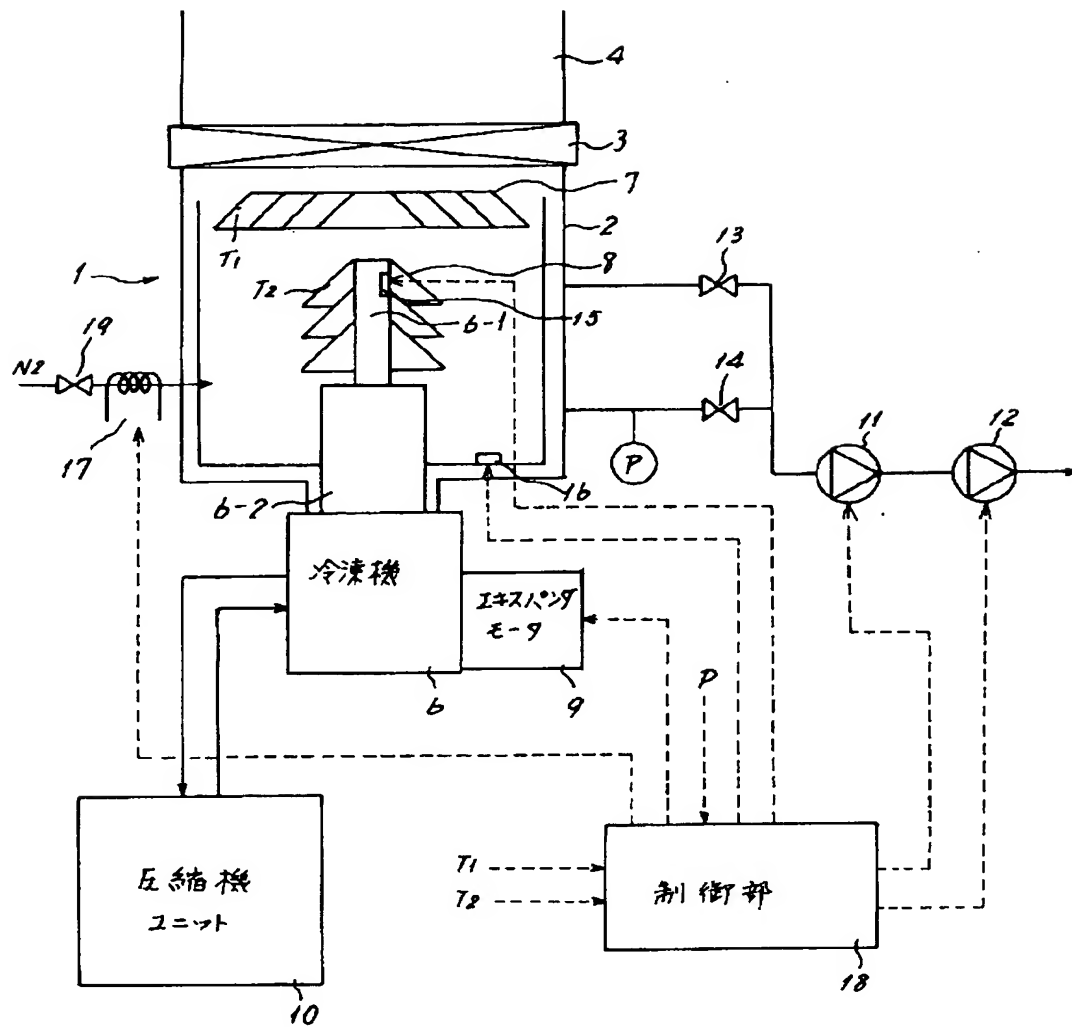
【図2】本発明のAr再生処理の操作を示す図である。

【図3】公知のAr再生処理の操作を示す図である。

【符号の説明】

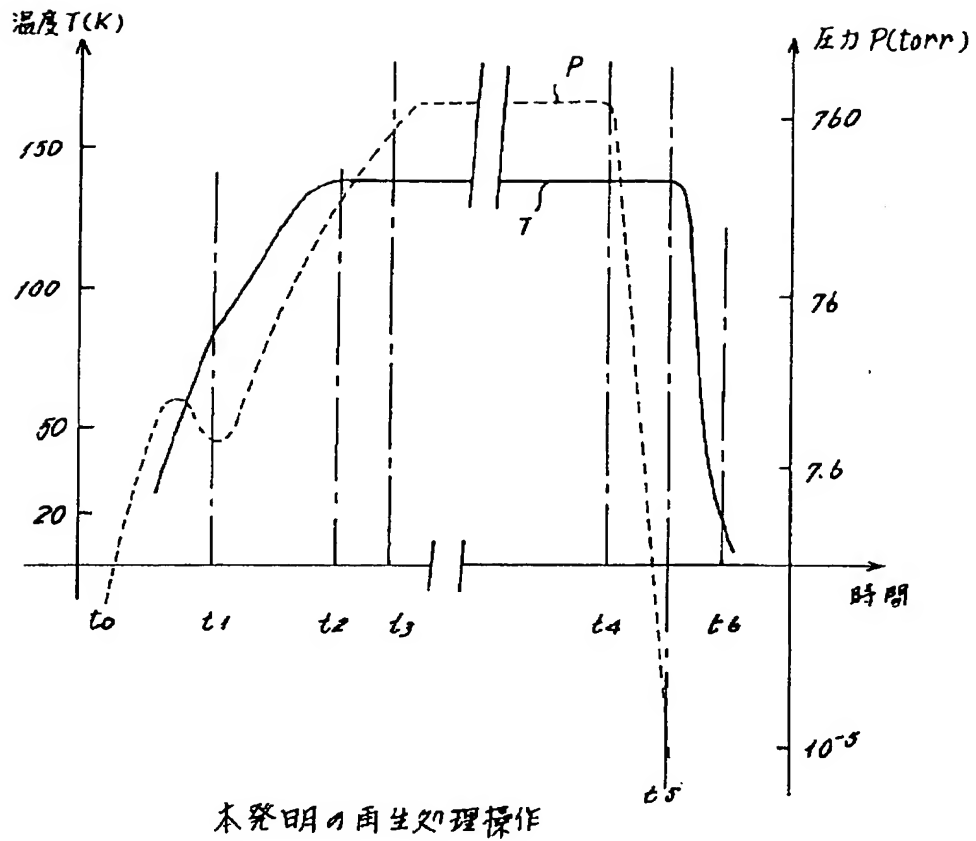
1	クライオポンプ
2	ポンプケーシング
3	入口弁
4	真空チャンバー
6	冷凍機
7	第1段のクライオパネル
8	第2段のクライオパネル
9	エキスパンダモータ
10	圧縮機ユニット
11	ターボ分子ポンプ
12	粗引真空ポンプ
13	リリーフ弁
14	再生弁
15	ヒータ
16	ヒータ
17	ヒータ
18	制御部
19	弁

【図1】



本発明のフライオポンプの発生装置

【図2】



【図3】

